

İzlanda'nın Jeomiras Potansiyeline Bazı Örnekler

Some Examples of Iceland's Geoheritage Potential

Öz

Jeomiras, dünyanın önemi nedeniyle korunmaya değer görülen varlıkları için kullanılan bir kavram olup, doğal ve beşeri varlıklar jeomirasın kapsamı içerisinde yer almaktadır. Son yıllarda jeomiras varlıklarını konu alan ve ekoturizmin bir kolu olan jeoturizm ilgi çeken bir kavram olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada İzlanda'nın jeomiras potansiyelini oluşturan bazı doğal varlıkların, potansiyel risklerle birlikte değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Atlantik Ortası Sırt Sistemi üzerinde yer alan İzlanda, dünyanın en büyük volkanik adasıdır. Bu durum nedeniyle son yıllarda Dünya'da jeomiras ve jeoturizm için önemli lokasyon alanı haline gelmiştir. Genç volkanizma ile şekillenen ada üzerinde jeomiras varlığı olarak çok sayıda şelale, güncel buzul, proglasyal göl, kanyon vadisi, aktif volkan, gayzer ve krater bulunmaktadır. Jeomiras varlıklarından Gullfoss, Avrupa'nın en iyi şelalelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Svartifoss, bazalt sütunları ile ziyaretçilerin ilgisini çeken bir şelaledir. Skaftafell buzulu, Avrupa'nın en büyük buzulu olan Vatnajökull'un dil kısmını oluşturan jeomiras varlığıdır. Volkanikler üzerinde gelişen Fjaðrárgljúfur Kanyonu şelaleleri ile de dikkat çekmektedir. Avrupa'nın püsküren tek sıcak su kaynakları geysir jeotermal alanında bulunmaktadır. İzlanda'da 2010-2018 yılları arasında jeomiras varlıklarına bağlı olarak yabancı ziyaretçi sayısı yaklaşık 5 kat artmıştır. Bu nedenle adanın jeomiras kaynaklarının korunması ve gelecek nesillere aktarılması için bozulmalara neden olan antropojenik baskılar azaltılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: İzlanda, jeomiras, şelale, buzul, gayzer

Abstract

Geoheritage is a concept used for the assets of the world that are considered worthy of protection due to their importance, and natural and human assets are included in the scope of geoheritage. Being a branch of ecotourism and the subject of geoheritage assets, geotourism has been used as an interesting concept in recent years. This study aims to evaluate some of the natural assets that constitute Iceland's geoheritage potential, along with potential risks. Located on the Mid-Atlantic Ridge System, Iceland is the largest volcanic island in the world. This fact has made the island an important location for geoheritage and geotourism in the world over recent years. There are many waterfalls, current glaciers, proglacial lakes, canyon valleys, active volcanoes, geysers and craters on the island, which was shaped by young volcanism. One of the most notable geomiras features, Gullfoss, is considered one of the best waterfalls in Europe. Svartifoss is another prominent waterfall that attracts visitors due to its basalt columns. The Skaftafell glacier, which forms a part of Vatnajökull, the largest glacier in Europe, is another significant geomiras site. The Fjaðrárgljúfur Canyon, developed on volcanic terrain, is also known for its impressive waterfalls. The only erupting hot springs in Europe are located in the Geysir geothermal area. The number of foreign visitors to Iceland due to geoheritage assets increased approximately 5 times between 2010-2018. Therefore, anthropogenic pressures that cause degradation should be reduced in order to protect the island's geoheritage resources and pass them on to future generations.

Keywords: Iceland, geoheritage, waterfall, glacier, geysir

Vedat AVCİ 

Bingöl Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Coğrafya Bölümü, Bingöl, Türkiye
Bingöl Üniversitesi Enerji, Çevre ve Doğal Afet
Araştırmaları Merkezi, Bingöl, Türkiye

Bingöl University Faculty of Arts and Sciences
Department of Geography, Bingöl, Türkiye
Bingöl University Centre for Energy, The
Environment and Natural Disasters, Bingöl,
Türkiye
vavci@bingol.edu.tr



Geliş Tarihi/Received 20.01.2025
Kabul Tarihi/Accepted 26.05.2025
Yayın Tarihi/Publication Date 25.06.2025

Cite this article: Avci, V. (2025). Some examples of Iceland's geoheritage potential. *Current Perspectives in Social Sciences*, 29(2), 329-352.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Giriş

Jeomiras, Dünya'nın 'belirlenmiş jeoçeşitliliğinin' önem ve değeri nedeniyle korunmaya değer görülen kısımları olup (Sheibani ve Zamanian, 2023), doğal ve kültürel mirasın önemli bir bölümünü temsil eder ve topluma, sosyo-ekonomik gelişimi için geniş bir hizmet yelpazesi sunmaktadır (Bruschi ve Coratza, 2018). 18. yüzyıldan bu yana üzerinde çalışılan jeomiras, son 25 yılda bilim camiası tarafından yeniden keşfedilmiştir. Jeomiras konusunda, son yirmi yılda hem araştırma hem de yönetim düzeyinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir (Reynard ve Brilha, 2018). Jeomiras varlıklarına ziyareti kapsayan turizm faaliyetleri jeoturizm olarak adlandırılmaktadır. Yerli ve yabancı literatürde jeomiras varlıklarını ve potansiyelini değerlendiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Akbulut, 2014; Kazancı vd., 2017; Akbulut Özpay ve Ünsal, 2018; Asrat, 2018; Macadam, 2018; Gümüş, 2019; Kazancı ve Ürün, 2019; Ortega-Becerril vd., 2019; Hatipoğlu ve Bahadır, 2020; Martí-Molist vd., 2022; Gül ve Küçükuysal, 2023; Ukey ve Pardeshi, 2023; Alfama vd., 2024; Mancini vd., 2024; Muto vd., 2024; Akbulut Özpay ve Aktaş, 2025; Turoğlu, 2025).

Akbulut (2014), jeomiras varlıklarının tanıtımının ve korunmasının önemli olduğunu, buna yönelik eğitimlerin sürekli hale getirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Kazancı vd. (2017), jeomiras varlıklarının, günümüzde doğa koruma ve sürdürülebilir kalkınma için faydalı araçlar olduğunu ifade etmektedir. Asrat (2018), Etiyopya'nın, yeni bir okyanus kabuğunun doğuşuna yol açan aktif volkanik ve tektonik süreçler de dahil olmak üzere benzersiz ve çeşitli jeolojik özelliklere ev sahipliği yaptığı için dünyadaki en önemli jeomiras noktalarından biri olarak kabul edilebileceğini ileri sürmektedir. Özkul vd. (2024), Denizli-Pamukkale travertenlerini jeomiras varlığı olarak değerlendirmiş, yörede traverten ağırlıklı yapıların antik kentlere ayrıcalıklı bir özellik kazandırdığını, bu kentlerde tiyatro, agora, hamam bazilikası, anıtsal çeşme, köprü ve sur duvarı gibi kamu yapılarının ağırlıklı olarak travertenden yapıldığını belirtmiştir. de Carvalho vd. (2024), Brezilya'nın yarı kurak kuzeydoğusunda yer alan Uruburetama Masifi'nin jeomorfolojik miras envanterini çıkarmış ve 27 jeomorfolojik ilgi alanı belirlemiş, bu alanlara ziyareti kolaylaştırmak için 6 jeoturistik rota önermiştir.

Dünya Mirası Listesi'nde en çok temsil edilen öğeler; dağlık alanlar, volkanlar ve karstik arazilerdir; fosillere, stratigrafiye veya tektonik unsurlara odaklanan 'klasik' jeolojik alanlar ise nispeten nadirdir (Migoń, 2018). Bunun yanında şelaleler, morfolojik özellikleri, akıntı veya manzara dahil estetik yönler gibi özellikleri ile turizmde çekicilik kaynağı ve jeomiras varlığı olarak değerlendirilmektedir (Ortega-Becerril vd., 2019). Buzullar da bazı çalışmalarda jeomiras varlığı olarak değerlendirilmiştir. Jamorska vd. (2020), buzul morfolojisi, çökeller ve erratik blokları buzul çekicilikleri ve jeomiras varlığı olarak Kuzey Polonya örneğinde incelemiştir. Kanyonlar, jeomorfolojik, stratigrafik, paleontolojik, paleocoğrafik, sedimanter, tektonik, hidro(jeo)lojik yapılar gibi çok sayıda benzersiz özellikler içerebilen jeomiras unsurlarıdır. Kanyonlarda mercan resifleri, megaklast birikimleri, kıvrımlar ve şelaleler de bulunabilir (Mikhailenko vd., 2020). Doğal kaplıcalar ve aktif hidrotermal alanlar turizm endüstrisinde önemli bir rol oynayan jeomiras varlıklarıdır (Erfurt, 2021). Volkanik yer şekilleri, UNESCO Dünya Miras adaylığı değerlendirmelerinde kullanılan jeomiras varlıklarıdır (Németh, 2023). Volkanik süreçlerin etkisi, jeolojik çevreyle ilişkili doğal tehlikelere rağmen aktif volkanlarda jeoturizme olan ilgiyi daha da artırmaktadır (Alfama vd., 2024). Jeomiras koruma (veya jeokoruma), önemli bilimsel, eğitsel, kültürel, estetik veya ekolojik değere sahip olan jeoçeşitliliğin özellikleri ve altında yatan süreçlere ilişkin farkındalığın korunması, geliştirilmesi ve teşvik edilmesi uygulamasıdır (Prosser, 2013; Crofts ve Gordon, 2015; Gordon vd., 2018). Jeomiras doğası gereği yenilenemez bir kaynak teşkil etmektedir; dolayısıyla doğal süreçler ve insan faaliyetleri, bu tür mirasın ve ilgili hizmetlerin kısmen veya tamamen kaybolmasına neden olabilir. Jeomirasın korunmasını ve muhafazasını sağlamak için stratejilerden biri, insan faaliyetlerinden kaynaklanan olası etkilerin tanımlanması (Bruschi ve Coratza, 2018) ve doğal faktörlerden kaynaklanan bozulma risklerine karşı koruma amaçlı gerekli tedbirlerin alınmasıdır (Brilha, 2018).

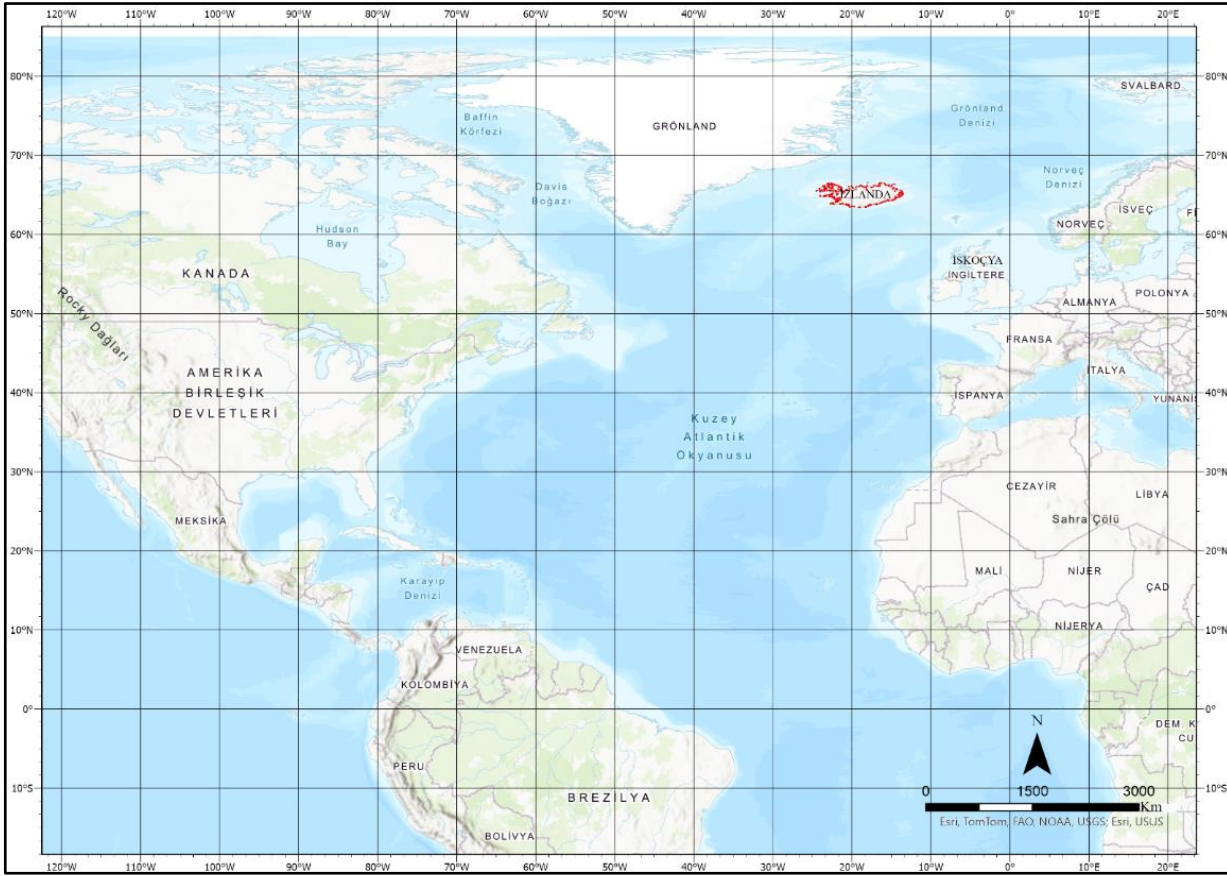
Bu çalışmada İzlanda'nın jeomiras potansiyelini oluşturan bazı varlıkların değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda İzlanda'da yer alan ve jeomiras varlığı olan, şelaleler, buzullar, proglasyal göl (buzulönü gölü), kanyon vadi, kumsal, gayzer ve krater gibi bazı varlıklar değerlendirilmiştir.

İzlanda'nın Başlıca Coğrafi Özellikleri

İzlanda, Kuzey Yarımküre'de Atlas Okyanusu'nun kuzeyinde yer almaktadır. Kuzey Kutup Dairesi üzerinde yer alan ülke, 63°23'K ve 66°33'K enlemleri ve 13°30'B ve 24°32'B boylamları arasında yer almaktadır. En yakın kara kütlesi olan Grönland'a

yaklaşık 290 km, İskoçya'ya 800 km ve Norveç'e 970 km uzaklıktadır (Einarsson, 1984; Harita 1). Kuzey-güney yönünde maksimum 315 km uzunluğunda, doğu-batı yönünde maksimum 460 km genişliğindedir. Ülke toplam alanı yaklaşık 103 bin km²'dir. İzlanda, Kuzey Amerika ve Avrasya levhalarını ayıran Orta Atlantik Sırtı olmak üzere iki okyanus sırtının kesiştiği noktada yer almaktadır (Eiríksson ve Símonarson, 2021). Bu nedenle levha tektoniği açısından önemli bir konumdadır. Levha sınırları tektonizma ve volkanizma açısından önemli alanlar olduğundan İzlanda'nın konumu önemlidir. Kuzey Amerika ve Avrasya Levhaları farklı yönde hareket eden levhalar olup, İzlanda'da ıraksak (diverjans) levha sınırlarına özgü olaylar meydana gelmektedir. Uzaklaşan levhaların hareketine bağlı olarak deniz tabanı yayılması (sea floor spread) meydana gelmektedir (Lutgens vd., 2014). İzlanda, tarihi devirlerde de dünyanın en aktif volkanik bölgelerinden biri olarak kabul edilmektedir (Erinç, 2001). Ada, muhtemelen 55 milyon yıl önce başlayan, alt mantodan düzensiz diyapirik yükselmenin ürünü olup, bu yükselme yavaş yavaş bir su altı lav birikimi oluşturmuştur. Bu lavların yüzeylenme örnekleri erken Miyosen'den (yaklaşık 16 milyon yıl) günümüze kadar olan bir zaman aralığına karşılık gelmektedir (Vogt, 1974; akt. Bamlett ve Potter, 1988). Daha eski (Tersiyer) lavların çoğu, ülkenin doğusu ve batısında aktif riftleşme bölgelerinin dış kenarlarında bulunmaktadır (Bamlett ve Potter, 1988). Uzaklaşan levha sınırlarında genel olarak bazalt türü lavlar üretilmektedir (Erinç, 2000). Bu nedenle adayı oluşturan lavlar genellikle bazaltik lavlardır. Erinç (2000)'e göre İzlanda ve Hawaii gibi adalar bu tür lavlardan oluşmuştur. Bazalt lavların yaygın olarak bulunması morfolojiyi şekillendirmiştir. Ada çok yüksek olmayan plato görünümünü sergilemektedir.

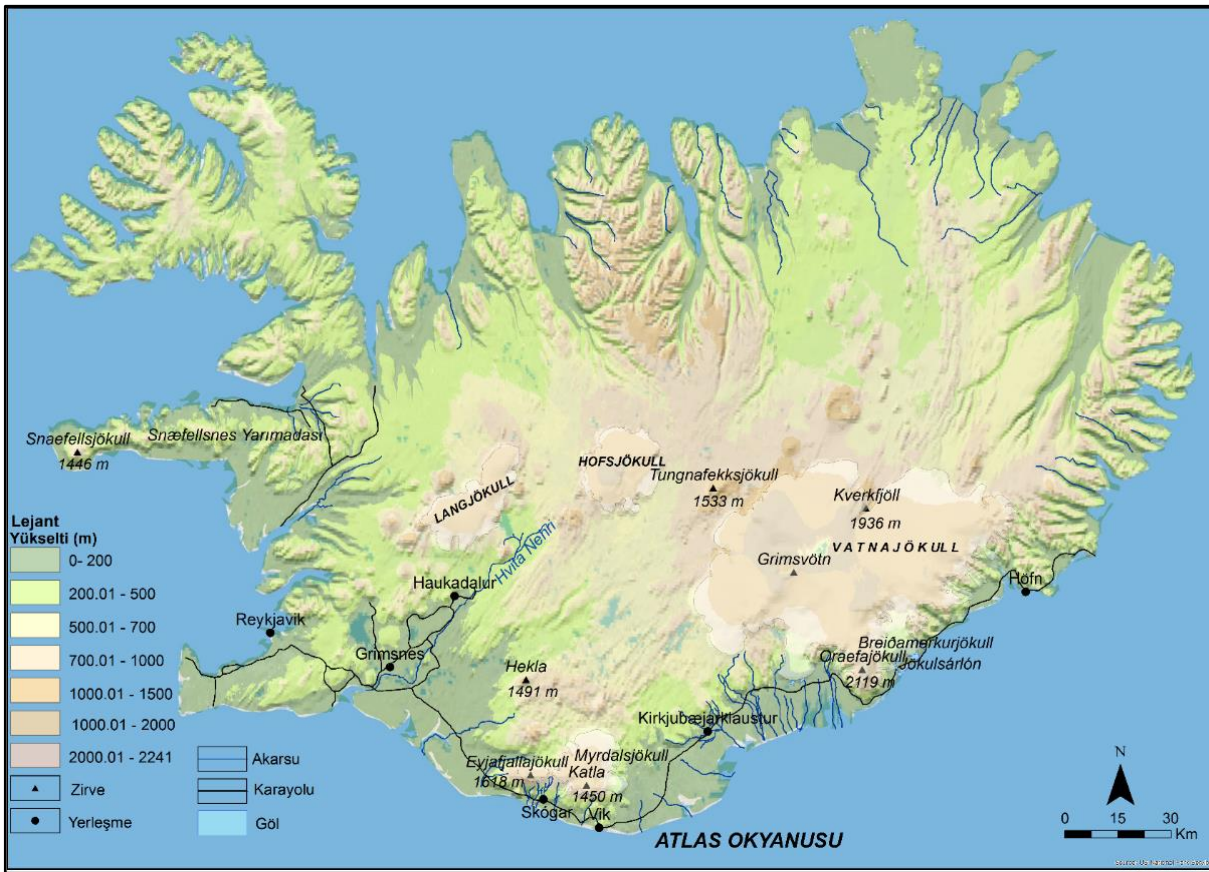
Yirmiden fazla aktif volkanın bulunduğu ülke, çok sayıda gayzer ve sıcak su kaynağına sahip Dünya'daki en büyük volkanik ada olarak kabul edilmektedir (Lutgens vd., 2014). ASTER SYM verisine göre (NASA 2024a) İzlanda'nın deniz seviyesinden ortalama yükseltisi 492 m'dir. Bu veriye göre yükselti minimum 0 m, maksimum 2241 m'dir (Harita 2). Ülke topraklarının %54'ünde yükselti 500 m'nin altında, % 46'lık bölümünde ise 500 m'nin üzerindedir. Ortalama yükselti değerinin altında yükseltiye sahip olan alanların oranı %53,2'dir (Harita 2). Eyjafjallajökull, Hekla, Snaefellsjökull ve Oraefajökull dağları başlıca zirveleri oluşturmaktadır. Volkanik faaliyetlere bağlı oluşan dağlık alanların zirveleri enleme bağlı olarak genelde buzullarla kaplıdır. İzlanda'daki en eski aktif volkanlardan biri olan Eyjafjallajökull, İzlanda'nın güneyinde yer almaktadır. Katla volkanının batısında yer alan kütlenin, Avrasya-Kuzey Amerika levha sınırına olan yaklaşık uzaklığı 33 km'dir. 1/750.000 ölçekli İzlanda fiziki haritasına göre volkanın zirvesinde yükselti 1618 m'dir (Mapcache service at Landmælingar Íslands, 2024). Volkanın 2,5 km genişliğindeki eliptik zirve kraterini 100-200 m kalınlığında bir buzul kaplamıştır (Einarsson ve Hjartardóttir, 2015). İzlanda'nın en iyi bilinen volkanı olan Hekla, 1491 m yüksekliğinde olup, ülkenin güneyinde yer almaktadır (Britannica, 2024a). Snaefellsjökull, İzlanda'nın batısında, Snaefellsnes Yarımadası'nın en batı ucunda yer alır. Jules Verne'nin 1864 tarihli "Dünya'nın Merkezine Yolculuk" adlı romanından sonra yeraltı dünyasına giden kurgusal rota olarak bilinir. Deniz seviyesinden maksimum 1446 m yüksekliğe ulaşan aktif bir strato-volkan olup, kalderasını buzullar doldurmuştur (Thordarson ve Larsen, 2007; Evans vd., 2016). Deniz seviyesinden 2119 m yüksekliğe ulaşan Öraefajökull Dağı ülkenin güneydoğusunda yer almaktadır. Öraefajökull, bazaltdan riolite kadar değişen yastık lav ve tüf içeren buzul altı püskürmüş hiyaloklastit birimlerinden oluşmaktadır (Prestvik, 1980, Prestvik, 1985; Selbekk ve Trønnes, 2007). Vatnajökull buzulunun güneyinde yer alan kütlenin Atlas Okyanusu'na olan mesafesi yaklaşık 18 km'dir (Harita 2). İzlanda'da yer alan diğer dağlık kütleler Katla (1450 m), Kverkjöll (1936 m) ve Tungnafekksjökull'dür (1533 m). Düzlük ve ovalık alanlar ülkenin güney bölümlerinde yer almaktadır. Kıyı bölgelerinde çok sayıda fiyort kayalık araziye keserek kıyılara düzensiz bir görünüm kazandırmıştır. Güneybatıdan kuzeydoğuya doğru olan orta bölgede, topografya daha az engebeli olup, arada yüksek dağların bulunduğu platoya benzer bir morfoloji görülmektedir (Einarsson, 1984). Ülkede moren depoları, drumlinler ve glasyo-flüvyal şekillerden sandur ovaları geniş alan kaplamaktadır (Mapcache service at Landmælingar Íslands, 2024).



Harita 1.
İzlanda'nın lokasyon haritası

İzlanda aktif volkanlarla birlikte buzulların çok yaygın olduğu bir ülkedir. Bu nedenle “ateş ve buz ülkesi” olarak bilinmektedir (Lutgens vd., 2014). Arktik sahalarda buzullaşmanın en fazla geliştiği alanlardan biridir (Erinç, 2001). 103.000 km²'lik bir alana sahip olan İzlanda kara alanının yaklaşık %11'ini buzullar kaplamaktadır. Vatnajökull, Langjökull ve Hofsjökull, İzlanda'nın en büyük üç buz örtüsünü oluşturmaktadır (Hauser ve Schmitt, 2021, Harita 2). Kutup kuşağında yer alan ülkede buzullaşma ülkenin güneyinde daha fazla gelişmiştir. Buzullar güneyde Atlas Okyanusu'na yakın olan alanlarda daha fazladır. İzlanda'da gel-git genliğinin yüksek olması nedeniyle estuar kıyı tipi ile U profilli vadilerin yaygın olarak bulunması nedeniyle fiyort kıyı tipi görülmektedir.

İzlanda'nın çoğu bölgesinin iklimi, kuvvetli rüzgarlar, sık yağışlar, ılıman kışlar ve serin yazlarla karakterize edilmektedir (Ólafsson vd., 2007). Ortalama sıcaklık, bulunduğu enlemden oldukça yüksek olup nispeten ılıman kışlar ve serin yazlar, İzlanda'nın okyanus iklimini karakterize etmektedir. Aylık ortalama sıcaklık ocak ayında -3 ile +3°C, temmuz ayında +8 ile +15°C arasında değişmektedir. Yıllık yağış miktarı 400 ila 4000 mm arasında olup, bölgeler arasında değişiklik göstermektedir (Worldbank, 2024).



Harita 2.
İzlanda'nın fiziki haritası

İzlanda'da ilk yerleşiminin 930'da kurulduğu kabul edilmektedir (Thorarinsson, 1961). 1703'de yapılan ilk nüfus sayımında adanın nüfusu 50.308 olup (Statistics of Iceland II, 1960; akt. Thorarinsson, 1961), 2024 yılında nüfusu 393.396 kişiye yükselmiştir (Worldometers, 2024). Buzul yürüyüşleri ve diğer jeomiras alanlarına yapılan turistik ziyaretler, İzlanda'da 2010 yılında 448.000 olan yabancı ziyaretçi sayısının, 2018'de 2,2 milyonun üzerine çıkmasını sağlamıştır (Icelandic Tourist Board, 2018; Matti ve Ögmundardóttir, 2021).

Yöntemler

Bu çalışmada İzlanda'nın bazı jeomiras varlıkları değerlendirilmiştir. Bu çalışmada zirve, akarsu, yol, buzul ve jeomiras varlıkları ile Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) altlık verilerdir. Çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımları olan Global Mapper Pro, ArcGIS ve ArcGIS Pro kullanılmıştır. Altlık verilerin oluşturulması için ArcCatalog'da veritabanı oluşturulmuştur. Altlık veriler ArcGIS yazılımına eklenen WMS (Web Map Service, Web Harita Servisi) katmanı (Mapcache service at Landmælingar Íslands, 2024) yardımıyla sayısallaştırılmıştır. Zirveler için 1/750.000 ölçekli İzlanda fiziki haritası esas alınmıştır. İzlanda için fiziki harita ASTER Digital Elevation Model (DEM) verileri ile oluşturulmuştur. ASTER DEM verileri Global Mapper Pro yazılımı ile birleştirilmiştir. Ülke sınırına göre bu veri clip (kesilmiş) edilmiş ve 27,7*27,7 m hücre boyutunda SYM verisi oluşturulmuştur. SYM verisi sınıflandırılmış ve diğer altlık veriler kullanılarak fiziki harita oluşturulmuştur (Harita 2). Ülke içerisinde yükseltinin dağılımı ve morfoloji fiziki harita ile değerlendirilmiştir. Kerid kraterinin eğim ve yükselti özellikleri 2*2 m çözünürlüklü SYM'ye (Mapcache service at Landmælingar Íslands, 2024) göre değerlendirilmiştir. Çok sayıda akarsuyun bulunduğu ülkede jeomiras varlıkları ile ilişkili olan akarsular sayısallaştırılmıştır. Yol, buzul ve jeomiras varlıkları da sayısallaştırılmış ve jeomiras varlıkları haritası oluşturulmuştur (Harita 3). Çalışma kapsamında şelaleler konum özellikleri, The World Waterfall Database'ye (WWD) göre bulundukları sınıf, akım özellikleri, jeomiras potansiyeli ve mevcut riskler dikkate alınarak incelenmiştir. Diğer jeomiras varlıkları için de benzer yöntem uygulanmış, yapıların lokasyonları, genel özellikleri, avantajları, jeomiras potansiyeli ve riskleri değerlendirilmiştir.

Bulgular

Bu bölümde İzlanda'da şelaleler, buzullar, proglasyal göl, kanyon, kumsal, gayzerler ve krater gibi jeomiras varlıkları değerlendirilmiştir (Harita 3).



Harita 3.
İzlanda'nın jeomiras varlıkları haritası

Şelaleler

Şelaleler, farklı iklim tipleri ve farklı jeolojik/jeomorfolojik ortamlarda oluşan turizme kaynaklık edebilen jeomiras varlıklarıdır. Şelale, eğim kırıklığının üzerinden aşağıdaki dev kazanına dik bir şekilde düşen bir nehir veya başka bir su kütlesi olup, büyüklüklerine göre farklı isimler verilmektedir. Şelale oluşumunda; erozyon, faylanma, heyelan, buzul ve volkanik faaliyetler etkilidir (Nationalgeographic, 2024). Şelaleler, nehir akışında büyük kesintileri temsil eder. Çoğu durumda, nehirler yatağındaki pürüzleri aşındırma ve biriktirme süreçleriyle düzeltme eğilimindedir. Zamanla, bir nehrin boyuna profili (eğiminin grafiği) kaynağa doğru en dik, ağza doğru en yumuşak olan düzgün bir eğri şeklini alır. Yatak profilinde aşınma karşı direnç gösteren tabakalardan ya da farklı bir nedenle oluşan dikliklerden düşen sular şelale oluşturmaktadır. Şelaleler, büyüklüklerine göre farklı isimler alırlar. Bir şelaleye bazen katarakt da denebilir, bu durumda büyük miktarda su söz konusudur. Küçük yükseklikte ve daha az diklikte olan su düşüşü için genelde şelale terimi kullanılmaktadır (Britannica, 2024b). İzlanda dilinde foss kelimesi şelaleye karşılık gelmektedir. WWD'deye göre İzlanda'da kayıtlara geçen 1000'e yakın şelale bulunmaktadır (WWD, 2024a). İzlanda'da şelalelerin yaygın olarak bulunması litoloji, buzullaşma ve tektonizma ile ilgilidir. Volkanizma nedeniyle meydana gelen litolojik farklılıklar, buzullaşmaya bağlı olarak oluşan U profilli vadilerin yataklarında yer alan eğim kırıklıkları ve faylanma şelalelerin oluşmasında etkilidir. Bu çalışmada İzlanda'da yer alan şelalelerden Seljalandsfoss, Skogafoss, Svartifoss ve Gullfoss değerlendirilmiştir (Harita 3; Tablo 1).

Tablo 1.
İzlanda'daki önemli şelaleler ve bazı özellikleri

Adı	Bulunduğu Bölge	Yükseltisi (metre/m)	WWD Sınıfı
Seljalandsfoss	Skógar	60	Plunge/Vertical
Skogafoss	Skógar	60	Vertical Curtain
Svartifoss	Skaftafell	20	Plunge/Vertical
Gullfoss	Haukadalur	32	Tiered Plunges

Kaynak: WWD 2024 a, b, c, d, e

İzlanda'nın güneyinde, Eyjafjallajökull volkanının yaklaşık 19 km güneybatısında, Skógar'ın yaklaşık 30 km batısında, Seljalandsá Nehri Vadisi'nde yer alan Seljalandsfoss'da vadide akarsu yaklaşık 60 metre düşüş yapmaktadır (Harita 2, 3; Görsel 1). Seljalandsfoss, düşen suyun arka tarafından yürüme imkânı olan, bilinen tek şelale olarak tanınmaktadır (Visit South Iceland, 2024). Yüzeysel akış ile beslenen Seljalandsfoss'da, yıl boyunca akım düzenli ve maksimum seviyededir. WWD'ye göre, Seljalandsfoss, plunge ya da vertical şelale sınıfında yer almaktadır. Eğim kırığından dikey olarak düşen ve yatakla bağlantısı kesilen bu tip şelalelerde su tabana kadar serbest düşüş yapmaktadır. Bu tip şelaleler genellikle 75 ila 90 derece arasında genel bir eğime sahiptir (WWD, 2024b). Katla Jeoparkı içerisinde yer alan Seljalandsfoss'u ziyaret edenler için araç park alanları ve temel ihtiyaçların karşılanabileceği tesisler bulunmaktadır. Kış aylarında, Seljalandsfoss'un etrafındaki alanda buzlanma nedeniyle kaygan yollar ve büyük buz parçalarının düşme riski bu dönemdeki ziyaretleri tehlikeli hale getirmektedir. Özellikle bu dönemde şelalenin arka tarafı ziyaretçiler için yüksek tehlike barındırmaktadır. Yine bu mevsimde şelalede oluşan ince sis, kayalıklarda ve şelalenin arkasında donmaktadır. Ancak hava ısındığında buzlar eriyerek, büyük parçalar halinde düşebilir ve bu da ziyaretçiler için tehlike oluşturabilir (Visit South Iceland, 2024).



Görsel 1.
Seljalandsfoss, Seljalandsá Nehri vadisinde yer alan bir şelaledir.

Kaynak: Bu çalışmada kullanılan tüm görsellerin kaynağı makale yazarıdır.

Skoga şelalesi, İzlanda'nın güneyinde, Skogar'ın batısında, Sólheima(jökull) Buzulu'nun güneybatısında, bu buzula yaklaşık 7,5 km uzaklıktadır. Skogafoss, Seljalandsfoss'un 25 güneydoğusunda, Eyjafjallajökull volkanının yaklaşık 11 km güneydoğusunda yer almaktadır. Eyjafjalla(jökull) buzunun dil kısmına olan uzaklığı yaklaşık 6 km'dir (Görsel 2). Skogafoss'da su düşüşü, eski

bir deniz kayalığından olup, yaklaşık 60 m kadardır. Su düşüşünün olduğu kütlenin, yaklaşık 13 bin yıl önce deniz seviyesinin bugüne göre çok daha yüksek olduğu bir dönemde olduğu bildirilmiştir (Gudmundsson, 2017a, Harita 2, 3). Skogafoss, vertical curtain sınıfında (WWD, 2024c) yer almakta olup, yıl boyunca akışlıdır. Bu tip oluşumda, düşen su, üzerinden aktığı kayayla temasını kaybeder. Bu şelaleler, genellikle tabanının arkasında bir mağara bulunan, serbestçe akan, neredeyse dikey bir su perdesi gibi bir görünüme sahiptir (Waterfallseasons, 2024). Şelaleyi, Sólheima(jökull) buzulunun dil kısmını oluşturan Myrdalsjökull'dan kaynaklanan çok sayıda akarsu beslemektedir. Bu şelaleyi besleyen akarsular buzuldan kaynaklandığından debi ilkbahar başlarından sonbahara kadar sürekli yükselmektedir (WWD, 2024c).



Görsel 2.

Skoga, İzlanda'nın önemli şelalelerindendir.

Şelale yakın çevresinde yer alan Eyjafjallajökull volkanı ve Sólheima(jökull) Buzulu ile birlikte aynı rota üzerinde yer almaktadır. Şelalenin yakın çevresinde, ziyaretçilerin ihtiyaçlarına cevap verecek düzeyde konaklama tesisleri bulunmakta olup, şelaleye ulaşmak için kullanılan yolların standardı yeterli düzeydedir. Bu şelale ziyaretlerinde kaya düşmeleri ziyaretçiler için en önemli risk nedenidir.

Svarti şelalesi, Skaftafell buzulunun güneyinde ve Vatnajökull Milli Parkı'nın bir parçası olan Skaftafell'de bulunmaktadır (Harita 2, 3; Görsel 3). Şelale, İzlanda'nın en eşsiz şelalelerinden biridir. Svartifoss su düşüşü 20 metre yüksekliğinde olan bir şelaledir ve her iki yanında uzun bazalt sütunlar bulunmaktadır (WWD, 2024d). Şelaleyi çevreleyen bazalt sütunları İzlanda ve Dünya'daki bazalt sütunlarının en tipik ve ünlü örneklerinden biridir (WWD, 2024d). Tercihen altıgen kesitlere sahip bazalt sütunları, çatlak yayılımı yoluyla desen oluşumunun etkileyici bir örneğidir. Altıgen kesitler halinde görülen bazalt sütunları çatlak yayılımı yolu ile oluşmuş desenlerdir. Üç çatlak yüzeyinin birleşim noktaları, bu yüzeyler arasında başlangıçtaki dik açılarının yaklaşık 120°'ye yaklaşacak şekilde yeniden düzenlenmesiyle, çatlakların düzenli altıgenler oluşturacak şekilde bir desen ortaya çıkarmasına neden olmuştur (Hofmann vd., 2015). Sütunlar, Wyoming kuzeydoğusundaki Şeytan Kulesi'ne benzerlik göstermektedir. Düşey çizgiler, sütun eklemleri adı verilen çatlakların kesişmesinden oluşmaktadır (Monroe ve Wicander, 2007). Bazalt sütunları, dünyada en çok tanınan şelaleler arasında yer almasına yol açmıştır (WWD, 2024d). Sivarti şelalesi, plunge/vertical şelale grubunda yer almaktadır (WWD, 2024 a, d). Şelale yıl boyunca akışlı olup, maksimum akış kar erimelerine bağlı olarak ilkbahar mevsiminde görülmektedir. Yaz sonlarına doğru kar erimesi ile yağışların azalması ve buharlaşmanın artmasına bağlı olarak akım azalmaktadır.



Görsel 3.

Svarti şelalesi bazalt sütunları ile ziyaretçilerin ilgisini çekmektedir.

Ziyaretçiler için şelaleyi oluşturan akarsu üzerinde ahşap köprü yapılmış olup ulaşım için yollar yeterli standarda sahiptir. Diğer şelalelerde olduğu gibi şelaleyi ziyaret eden turistler için en önemli tehlike kaya düşmesi riskidir.

İzlanda'nın güneyinde, geysir jeotermal alanının doğusunda yer alan Gullfoss, İzlanda'nın en ünlü şelalesidir (Gudmundsson, 2017a; Harita 3; Görsel 4). Gullfoss, Golden Waterfall (Altın Şelale) olarak da adlandırılmaktadır. Hvita Vadisi üzerinde yer alan şelale buzuldan çıkan sular ile beslenmekte olup, su düşüşü yaklaşık 32 m'dir. Şelaleyi oluşturan Hvita Nehri, Lang(jökull) ve Hofs(jökull) buzulundan beslenen çok sayıda kolun birleşmesi ile oluşmuş bir akarsudur. Hvita Nehri yukarı çıkışında da şelaleler bulunmaktadır. Gullfoss, Golden Circle (Altın Çember) olarak adlandırılan turistik rota üzerinde yer almaktadır. Bu nedenle bu sahalarda yer alan jeomiras unsurları ile birlikte ziyaret edilmesi önerilmektedir (WWD, 2024e). Gullfoss iki basamaktan oluşup, bu basamaklar faylanmaya bağlı olarak oluşmuştur. Ana üst basamak birkaç küçük kaya basamağından (bir dizi şelale oluşturan) oluşurken, alttaki ana basamak tektir. Üst basamak yaklaşık 11 m, alt basamak ise 21 m yüksekliğindedir (Gudmundsson, 2017a). Gullfoss, WWD'ye göre Tiered Plunges (katmanlı-basamaklı) şelale sınıfında yer almaktadır (WWD, 2024e). Katmanlı-basamaklı şelaleler çok sayıda eğim kırığının bulunduğu, basamaklı yamaçlardan çok sayıda sıçrama hareketi ile düşen suyun oluşturduğu şelalelerdir (Sever ve Kopar, 2009). Yıl boyunca akışlı olan şelalede buzul erimelerine bağlı olarak ilkbahar ve yaz başlarında debi artmaktadır.



Görsel 4.

İzlanda'nın güneyinde yer alan Gullfoss, Avrupa'nın en iyi şelalelerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Buzullar

Oluşturdukları şekiller ve dünyanın geçmişine ışık tutmaları nedeniyle buzulların jeomiras potansiyelleri yüksektir (Jamorska vd., 2020; Bussard ve Reynard, 2023; Sánchez-Cortez vd., 2023; Štrba vd., 2023; Zorlu ve Dede, 2023). Jökull İzlanda dilinde glasiye, buzul anlamına gelmektedir (Erinç, 2001). Yüksek enlemlerde yer alan İzlanda'da buzullar ülkenin güneyinde daha fazladır. Ülkenin en büyük buzulu olan Vatnajökull güneyde yer almaktadır. Bu durumu Erinç (2001), Gulfstream üzerinden geçen hava kütlelerinin bol yağış bırakması ile açıklamıştır. İzlanda'da yer alan Vatnajökull, Avrupa'nın en büyük buzuludur (Harita 3). Akarsu, buzul, volkanik ve jeotermal faaliyetlerin karşılıklı etkileşimiyle oluşmuş zengin yer şekilleri, bu alanın UNESCO Dünya Mirası Alanı olarak da belirlenmesine neden olmuştur (Copernicus, 2024; Visitvatnajokull, 2024). Vatnajökull'ün kalınlığı ortalama 400 m olup, maksimum kalınlığı 1000 m'yi bulmaktadır. Ayrıca buzul altında km'lerce uzunlukta mağara sistemleri gelişmiştir (Loupiote Photography, 2024; Turoğlu, 2011; Vatnajokull, 2024). İzlanda'da yer alan buzulların büyük bir bölümünün altında aktif volkanik sistemler bulunmaktadır. Batı Vatnajökull'daki Grímsvötn volkanik sistemi, İzlanda'daki en yüksek püskürme sıklığına ve en yüksek volkanik üretkenliğe sahip sistemlerden biridir (Harita 2, 3; Thordarson ve Larsen 2007; Hauser ve Schmitt 2021). Bu makale kapsamında İzlanda'da yer alan Sólheimajökull ile Vatnajökull'ün dil kısmını oluşturan Skaftafell buzulları değerlendirilmiştir (Harita 2, 3).

Sólheimajökull, İzlanda'nın güneyinde, Eyjafjallajökull volkanının doğusunda yer almakta olup bu volkanın buzulun dil kısmına olan uzaklığı yaklaşık 15 km'dir. Sólheimajökull, Myrdalsjökull buzulunun 15 km uzunluğundaki dil kısmıdır (Mackintosh vd., 2002; Harita 2, 3; Görsel 5). Buzulun dil kısmının Atlas Okyanusu'na olan uzaklığı yaklaşık 9,3 km'dir. Saha buzul morfolojisi açısından çok sayıda örnek sunmaktadır. Moren depoları, drumlinler, sandur ve sandur ovaları İzlanda'da yaygın olarak görülen buzul morfolojisi örneklerdir. Sólheimajökull'ün doğusunda geniş sandur ovaları yer almaktadır. Yaklaşık 44 km² alan kaplayan buzulun neve sahası 1500 m'ye çıkmakta olup buzul dilinin uç kısmı ise 100 m'ye kadar inmektedir. Buzul dilinin bulunduğu alanda buzul vadisinin genişliği 1-2 km'dir (Mackintosh vd., 2002). Uydu görüntülerine göre son 20-30 yıllık dönemde buzulun belirgin bir şekilde geri çekilme eğilimine girdiği görülmektedir. Eyjafjallajökull volkanında meydana gelebilecek püskürmeler sahaya ziyaret esnasında dikkate alınmalıdır.



Görsel 5.
Sólheimajökull, İzlanda'nın önemli jeomiras varlıklarından biridir.

Skaftafell buzulu, Avrupa'nın en büyük buzulu olan Vatnajökull'un dil kısmına karşılık gelmektedir (Copernicus, 2024). İzlanda'nın güneyinde yer alan buzul, doğa koruma alanı olup Vatnajökull Milli Parkı içerisinde yer almaktadır. Buzul neve sahası esas olarak İzlanda'nın en yüksek noktalarından biri olan Öræfajökull (2119 m) volkanıdır. Skaftafellsjökull dili yaklaşık 11 km uzunluğunda ve yaklaşık 2 km'lik nispeten düzenli bir genişliğe sahiptir. Her iki tarafı dik yamaçlarla (U şeklinde vadi) çevrilidir ve 100 m yükseklikte ovalara ulaşmaktadır (Baldursson vd., 2018; Bussard ve Reynard, 2022). Bu veri daimî kar sınırı seviyesinin ülkenin güneyinde ne kadar düşük olduğunu göstermektedir. Skaftafell buzulu toplam 84,1 km² alan kaplamaktadır. Buzul 20,3 km³ hacme, 19,3 km uzunluğa sahiptir ve son dönemde 2,7 km geri çekilerek hacminin % 20'sini kaybetmiştir (Hannesdóttir vd., 2015, Görsel 6). Farklı döneme ait hava fotoğraflarında nunatakların sayısındaki artış buzulun çekildiğini gösteren başka bir veridir (Hannesdóttir vd., 2015).



Görsel 6.
Skaftafell buzulu, İzlanda'da yer alan ve turistlerin ilgi odağı olan bir buzuldur.

Skaftafell buzulunu ziyaret eden turistler, Öræfajökull volkanı ile Sivartifoss'u da aynı rota üzerinde görebilmektedir. Buzul alanlarına yapılan ziyaretlerde buzul yürüyüşleri ve buzul tırmanışları yapılabilmektedir. Ayrıca buz mağaraları da ziyaretçiler için tercih edilen alanlardandır. Buz mağaraları, yağışlı dönemlerde veya daha sıcak aylarda buzulun erimesiyle buzulun içinden akan suların oluşturduğu şekillerdir (Glacierandvolcano, 2024). Buzullarla ilgili ziyaret edebilecek diğer jeomiras varlıkları Jökulsárlón proglasyal (buzul önü gölü) gölü ve Diamond Beach'tir (Harita 2, 3). İzlanda'da Vatnajökull ve diğer buzulların dil kısımlarının bulunduğu alanlarda proglasyal (buzul önü) göller bulunmaktadır. Fjallsárlón ve Jökulsárlón bu göllere başlıca örnekleri oluşturmaktadır. Bu çalışmada buzul önü göllerinden Jökulsárlón değerlendirilmiştir. Buzul önü gölleri, bir buzulun veya bir buz tabakasının kenarında yer alan su kütleleridir (Carrivick ve Tweed, 2013). Bu göller, bir buzulun dış sınırının önünde oluştuklarından bu şekilde adlandırılmıştır (Lutgens vd., 2014). Jökulsárlón proglasyal gölü, Vatnajökull'nun dil kısmını oluşturan Breiðamerkurjökull'a bağlı olarak oluşmuştur (Harita 2, 3; Görsel 7). Bu buzulun dil kısmının Atlas Okyanusu'na olan uzaklığı yaklaşık 3,1 km'dir. 0-300 m yükselteri arasında yer alan Jökulsárlón kuzey-güney yönünde yaklaşık 8 km uzunluğunda, doğu-batı doğrultusunda maksimum 6,5 km genişliğindedir. Jökulsárlón çanağının yaklaşık 26.500 yıl önce gerçekleşen son buzul ilerlemesi sırasında kazıldığı ileri sürülmüştür (USGS, 2024). Breiðamerkurjökull'dan kopan çok sayıda buz dağı, göl içindeki sıcaklık ve tuzluluktaki önemli değişikliklerin oluşturduğu akıntılar nedeniyle sürekli hareket halindedir (Voytenko vd., 2015; Bussard ve Reynard, 2022). Buzul önü gölleri kıyıya oldukça yakındır ve bazıları denizle bağlantılıdır. 20. yüzyılın başından bu yana buzulların geri çekilmesindeki küresel eğilim nedeniyle, buzul önü göl oluşumu artmıştır (USGS, 2024).



Görsel 7.

Jökulsárlón buzul önü gölü İzlanda'da turizm için önemli bir destinasyondur.

Jökulsárlón, 100 metre genişliğinde ve 20 metre derinliğinde bir kanal aracılığıyla Atlas Okyanusu'na bağlanmaktadır. Okyanusa bağlı olduğu için gelgit gölün seviyesini etkilemektedir. Yüksek gelgitlerde denizden göle doğru su akışı artarak gölün seviyesi yükselmektedir. Jökulsárlón'da gelgit genliği günlük yaklaşık 2-3 metredir. Yaz aylarında buzuldan gelen eriyik su artar ve lagüne tatlı su getirir, ancak bu tatlı su deniz suyunu tamamen dışarı atmaz (USGS, 2024). Jökulsárlón ve diğer proglasyal göllerde tekne turları düzenlenmektedir. Su yükselmelerine karşı uyarıcı levhalar bulunmaktadır. Ziyaretler sırasında karşılaşılabilecek en önemli risk su yükselmeleridir. Diamond Beach olarak ifade edilen Elmas Sahili buzullardan kopan buz parçacıklarından dolayı bu şekilde adlandırılmıştır. Bir buzulun ucundan veya bitişinden kopması ile buz parçalanır. Buz, buzulun ileri hareketinin bitiş noktasını dengesiz hale getirmesi nedeniyle kırılır. Bu oluşan buz parçalarına aysberg (buzdağı) denir. Buz dağları farklı büyüklükte olabilir (NASA, 2024b). Dimaond Beach bu açıdan Siyah Kum Kumsalı olarak adlandırılan Black Sand Beach'ten farklıdır. Elmas olarak nitelendirilen parçalar, yakınlardaki Breiðamerkurjökull'dan kopan ve kıyıya ulaşmadan önce yavaşça yüzen ve Jökulsárlón Buzul önü gölünde oluşan buz dağı (aysberg) parçalarıdır (Arctic Adventures, 2025; Görsel 8).



Görsel 8.

Diamond Beach İzlanda'da turizm açısından önemli destinasyonlardan biridir.

İzlanda'da buzul sahalarına girişte tanıtıcı ve olası tehlikelere karşı uyarıcı panolar yer almaktadır. Bu panolarda buzullarla ilgili bilgiler yanında, geçmişten-günümüze doğru geçirdikleri değişimler de bulunmaktadır. Böylece küresel iklim değişikliğinin olası etkileri ve jeomiras varlıklarının korunması konusunda bilinç kazandırılmak istenmektedir. Turistler için buzul yürüyüşleri ve tırmanışları sırasında buzul çatlakları (crevaslar) risk oluşturabilmektedir. Buzulların altında bulunan aktif volkanların faaliyete geçmesi ziyaretçiler için tehlike oluşturmaktadır. Zira meydana gelebilecek volkanik püskürmeler buzul erimesine ve taşkınlara neden olabilir. Vatnajökull'un altında 7 volkanik merkez belirlenmiş ve farklı dönemlerde bu volkanik merkezlerden kaynaklı patlamalar meydana gelmiştir (Loupiote Photography, 2024; Turoğlu, 2011; Vatnajökull, 2024). Bu patlamalarla buzulların erimesi hızlı tetiklenmekte ve İzlanda kökenli jökulhlaup (buzul taşkını) adı verilen büyük taşkınlar meydana gelebilmektedir (Lutgens vd., 2014). Proglasyal göllerde ve Elmas Sahilinde (Diamond Beach) aysberglerin erimesi su seviyesini yükseltebilir. Küresel iklim değişikliğinin etkisine bağlı olarak dünya genelinde olduğu gibi İzlanda da buzulların hızlı bir şekilde eridiği ve geri çekildiği görülmektedir. Bu önemli jeomiras varlıklarının bir bölümü tamamen ortadan kaybolurken bir bölümü de alansal olarak küçülmektedir. İzlanda'daki buzullar 19. yüzyılın sonunda maksimum sınırlara ulaşmıştır. Bu dönemden sonra sürekli olarak geri çekilerek 2100 km²'den fazla (%17) alan kaybetmiştir. Buzulların gerileme oranı son 20-30 yıllık dönemde artış göstermiş olup 2000-2017 yılları arasında buzullar 700 km²'den fazla küçülmüştür. Bu değerler yıllık ortalama 43 km²'lik alana tekabül etmektedir. Bu rakam Başkent, Reykjavík'in toplam alanının % 15,7'sine karşılık gelmektedir (Vatnajökullstjóðgaur, 2025; BBC, 2024). Buzul gerilemesinin küresel iklim değişikliği ile artacağı ve buzul gölü taşkınları riskini artıracığı öngörülmektedir (Wells vd., 2024).

Fjaðrárgljúfur Kanyonu

Geçirimliliği fazla olan ve bu nedenle aşınmaya karşı dayanımlı kalkerler üzerinde akan akarsuların yataklarını derine kazmaları ve yamaçların gerektiği kadar işlenmemesi sonucu meydana gelen dik yamaçlı derin vadiler, kanyon olarak adlandırılmaktadır (Pekcan, 1999). Basamaklı yamaçları, yamaçlarda oluşan diklikler, kanyon içerisinde yer alan şekiller ve flora, kanyonları turizm açısından önemli bir cazibe merkezi haline getirmektedir. Dar ve derin vadiler olan kanyonlar daha çok kolay çözünebilen kayalar üzerinde oluşmaktadır. Ancak kolay çözünen kayalar dışında farklı litolojik birimler üzerinde de kanyonlar gelişebilir. Örneğin Kanada'da bulunan Miles Kanyonu (Hart ve Villeneuve, 1999) volkanikler üzerinde gelişmiştir. Uzaklaşan levha sınırında olması nedeniyle İzlanda'da litolojinin daha çok bazaltlardan oluşması kanyonların oluşmasını sağlamıştır. Fjaðrá Nehri tarafından oluşturulan Fjaðrárgljúfur kanyonu volkanitler üzerinde gelişmiş olup Kirkjubæjarklaustur yerleşmesine oldukça yakındır. Fjaðrárgljúfur, Hvitargljúfur kanyonu ile birlikte İzlanda'daki en önemli iki kanyondan biridir (Gudmundsson, 2017b). Fjaðrárgljúfur, yaklaşık 30 metre derinliğinde ve iki kilometre uzunluğunda, muhteşem ve devasa bir kanyondur. Kanyon kısmen kıvrımlı dar ve derin vadi özelliğinde olup, yamaçlarda eğim 90°'ye ulaşmaktadır. Fjaðrárgljúfur kanyonunu oluşturan ana kaya yaklaşık iki milyon yaşında olup, çoğunlukla Buzul Çağı'nın soğuk dönemlerinden kalma palagonittir (Katlageopark, 2024). Palagonitler, bazaltik yastık lavların dış kesimlerinde volkanik cam parçalarından

oluşmuş kayaç olarak tanımlanmaktadır (Öngür, 1976). Kanyonda dik yamaçlar kaya tırmanışı için uygun ortamlar oluştururken, kanyon çevresinde trekking de yapılabilmektedir (Harita 3, Görsel 9). Kanyonun yamaçlarında yüksek eğime bağlı olarak ana vadi ve yan kollarda şelale oluşumları, kanyona farklı bir güzellik katmaktadır.



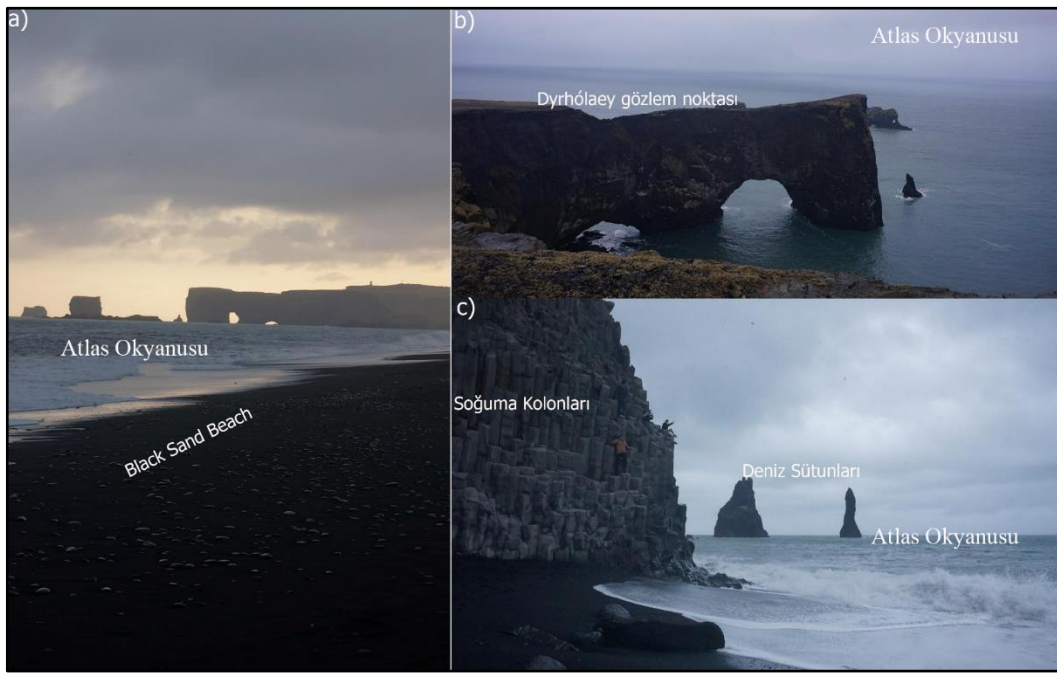
Görsel 9.

Fjaðrárgljúfur kanyonu İzlanda'nın güneyinde yer alan, volkanitler üzerinde gelişmiş önemli bir jeomiras varlığıdır.

Fjaðrárgljúfur kanyonunda ziyaretçiler için yeterli güvenlik önlemlerinin alınmadığı bu nedenle düşme riskinin yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca, kaya düşmesi tehlikesi, ziyaretçiler için risk nedenidir. Artan debiye bağlı olarak kanyon ziyaretçileri su baskını riski ile de karşı karşıya kalabilirler. Ekosisteminin bozulmasını önlemeye yönelik olarak kanyon bazen ziyaretçilere kapatılmaktadır.

Black Sand Beach (Siyah Kum Kumsalı)

Kıyılarda yer alan kumsallar çoğunlukla kum ya da çakıl boyutundaki organik ve inorganik taneciklerden oluşan sediman birikimleridir (Huggett, 2015). Black Sand Beach, İzlanda'nın güneyinde, Vik şehrinin güneybatısında yer almaktadır. Orta Atlantik Sırtı üzerinde yer alması nedeniyle İzlanda'da litoloji ağırlıklı olarak bazaltlardan oluşmaktadır (Arnórsson, 1995; Scott vd., 2023). Bazaltlar genellikle koyu gri ile siyah renkte olup (Haldar ve Tišljär, 2014), ayrışmaları halinde koyu renkli birikimler oluşmaktadır. Litoloji nedeniyle Black Sand Beach, koyu renkli bir görünüme sahiptir. Magmatik kayacın soğuması sırasında uzun büzüşme kırıkları oluşması ve ortaya çıkan sütunumsu yapılar olan soğuma kolonları (Lutgens vd., 2014) kumsala ayrı bir güzellik katmaktadır. Black Sand Beach'de yer alan soğuma kolonları, Kuzey İrlanda'daki Giants Causeway Milli parkında yer alan (Lutgens vd., 2014) kolonlar ile Kuzey İrlanda'da Devler Kaldırımında (Monroe ve Wicander, 2007) yer alan sütunlara benzemektedir. Volkanik malzemenin dalgalar tarafından aşındırmasıyla oluşan tüneller ile kayalık kıyıların belirgin şekillerinden olan falezler (Huggett, 2015) ve deniz sütunları (Huggett, 2015) kıyıda en önemli jeomiras varlıklarıdır. Bu alandaki Dyrhólaey gözlem noktasından Atlas Okyanusu izlenmektedir (Harita 3, Görsel 10).



Görsel 10.

Siyah Kum Kumsalı (Black Sand Beach) bazalt litolojinin ayrışmasından dolayı koyu renkli bir görünüme sahiptir. Dyrhólaey gözlem noktasından Atlas Okyanusu izlenirken, soğuma kolonları kumsala ayrı bir güzellik katmaktadır.

Ziyaretçiler bazen sneaker waves olarak adlandırılan okyanus dalgasına maruz kalarak ölüm tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu alanda uyarıcı panolar dışında herhangi bir önlemin alınmadığı görülmektedir. Ziyaretçiler için bir diğer risk, günlenme etkisi ile meydana gelebilecek kaya düşmesi ve kaya kaymaları riskidir.

Gayzerler

Volkan-jeotermal turizm deneyimini (Marin vd., 2023) oluşturan varlıklarından biri de gayzerlerdir. İzlandaca bir kelime olan gayzer, köken olarak fışkıрма, ileri atılma anlamında “Geysa” ya da “geysir” kelimesinden gelmektedir. Gayzerler, sıcak magmatik kayaların bulunduğu geniş yeraltı odalarında oluşmaktadır. Bu terim Dünya’da ve “inançlı yaşlı gayzer olarak” Yellowstone Milli Parkı’nda benzer şekilde kullanılmıştır. Gayzerler, basınç altında fışkıran, havaya su ve buhar gönderen nadir bir sıcak su kaynağı türüdür. Gayzerler, ABD, Şili, İzlanda ve Yeni Zelanda gibi aktif volkanik alanlarda yaygın olarak görülmektedir (Monroe ve Wicander, 2007; Lutgens vd., 2014). Dünya çapında gayzer sistemlerinin sayısı 1.000’den fazla değildir (Hurwitz ve Shelly, 2017; Eibl vd., 2020). İyi bilinen gayzer alanları İzlanda ve Yeni Zelanda’da yer almaktadır (Monroe ve Wicander, 2007). Orta Atlantik Sırtının üzerinde yer alan İzlanda, çok sayıda aktif volkan ve bu yapılarla ilişkili jeotermal sistemlere ev sahipliği yapmaktadır (Arnórsson, 1995; Scott vd., 2023). Bu sıcak su kaynakları şehirlerin ısıtılmasında, enerji üretiminde kullanılmakla beraber turizm çekiciliği olarak da değerlendirilmektedir. Sıcak su kaynakları debisi düşük olsa da bazı nehirlerle de kaynaklık etmektedir. Gayzerlerin yoğun olarak bulunduğu, bu nedenle “Geysir jeotermal alanı” olarak adlandırılan saha, İzlanda’nın güneyinde ve Golden Circle (Altın Çember) olarak isimlendirilen rota üzerinde, Gullfoss’un batısında yer almaktadır. Bu jeotermal sahada çok sayıda gayzer bulunmaktadır. Haukadalur’daki Geysir jeotermal alanı, Güney İzlanda’da, başkent Reykjavik’e yaklaşık 110 km ve denizden 50 km uzaklıkta, yaklaşık 100 m yükseltide yer almaktadır. Jeotermal alan, İzlanda’nın yüksek sıcaklık alanlarından biridir (Saemundsson, 1979; akt. Pasvanoğlu vd., 2000). Güney İzlanda’daki Haukadalur jeotermal alanı 200’den fazla jeotermal anomali, sıcak su kaynağı ve havzayı içermektedir (Walter vd., 2020; Eibl vd., 2020). Geysir sıcak su kaynağından gelen su için hesaplanan kuvars jeotermometre değeri, minimum rezervuar sıcaklığının 240 °C olduğunu göstermektedir (Pasvanoğlu vd., 2000). Gayzerler, yeraltı suyunun bulunduğu ortam ve basınç-kaynama noktası arasındaki ilişki nedeniyle aralıklarla püskürürler (Erinç, 2000). Patlamalar arasındaki zaman dilimleri değişkenlik göstermekte olup, patlamalar her saatte düzenli periyotlarla meydana gelmez (Lutgens vd., 2014). Örneğin, Şili’deki El Tatio’daki El Jefe Gayzeri her 132 saniyede bir püskürür (Munoz-Saez vd., 2015; Eibl vd., 2020).

İzlanda’daki Strokkur gayzerinde 1 yıl boyunca 73.466 tekil püskürme gerçekleşmiştir. Strokkur gayzerinde aynı zamanda hızlı bir şekilde birbirini izleyen altı püskürme meydana gelmiştir (Eibl vd., 2020). Strokkur gayzeri ortalama her 5-10 dakikada bir

püskürmektedir. İzlanda'da geysir jeotermal alanında yer alan gayzerler, Avrupa'da püsküren tek sıcak su kaynakları olarak kabul edilmektedir (Gudmundsson, 2017b). Bu gayzerlerde aralıklarla ve fışkırarak yükselen sıcak sular turistlerin ilgisini çekmekte ve turistik seferler bu alanlara da düzenlenmektedir. Çoğu mineral sıcak suda soğuk suya göre daha çabuk çözündüğünden, sıcak su kaynakları ile gayzerler (kaynarcalar) büyük miktarda çözünmüş madde içermektedir (Monroe ve Wicander, 2007). Bu malzeme silika veya kalsiyum karbonat içerebilir (Lutgens vd., 2014). Bu nedenle eritilen malzemenin cinsine göre gayzer çevresinde farklı renklerde çökeltme ve birikimler görülmektedir (Harita 3, Görsel 11). Gayzerlerin bulunduğu sahaların girişinde uyarıcı levhalar bulunmaktadır. Bilgilendirme panolarında gayzer ekosistemine zarar verebilecek hususlar hakkında bilgiler ile sıcak su ve gaz çıkışlarına karşı ziyaretçiler uyarılmaktadır. Geysir jeotermal sahasında gayzerlerin çevresinde gaz, sıcak su ve asitli sular ile birlikte eriyik halde çıkan malzeme gayzerlerin çevresinde çökeltmektedir. Bu tip çökellerin bulunduğu alanlar oldukça kaygan olup ziyaretçiler için risk oluşturmaktadır.



Görsel 11.

Aralıklı püsküren gayzerler turistlerin dikkatini çekmektedir.

Kerid Krateri

Volkanizma ile oluşan dağlar, bu dağlar üzerinde yer alan şekiller, volkanik materyale bağlı olarak oluşan topoğrafyalar önemli jeomiras varlıklarına karşılık gelmektedir. Volkanik yer şekilleri (koni, tabla, kalkan volkanları, krater/kaldera/maar, diatrema ve peribacaları gibi), dünyada turizm açısından sık ziyaret edilen jeomiras unsurlarıdır (Gioncada vd., 2019; Muzambiq vd., 2021; Şengün vd., 2023). Yerin altından bir baca yoluyla materyallerin dışarı atılmasını sağlayan herhangi bir jeolojik süreç genellikle çıkışın etrafında bir koni oluşturmaktadır (Fairbridge, 1968). Koni zirvesinde yer alan çukurluklara krater adı verilmektedir. Krater, bir yanardağın kazan, tencere biçimli ağzı için kullanılan terimdir (İzbırak, 1992). Volkanik kraterler, genellikle magma odasına zeminin çökmesiyle oluşur (Hanagan vd., 2020). Bunun yanında volkanik patlamalarla da kraterler oluşabilir. Toba kalderası (Sumatra-Endonezya) ve Krater Gölü kalderası (Oregon-ABD), Nemrut (Türkiye), Kanarya adalarında yer alan La Caldera (İspanya) volkanizma ile ilişkili (Huggett, 2015; Erinç, 2001) bazı jeomiras varlıklarına örnek oluşturmaktadır.

İzlanda volkanik yer şekilleri açısından oldukça zengindir. Çünkü, ada, volkanizma ile oluşmuş ve aktif volkanlara sahiptir. İzlanda'da çizgisel, karışık ve merkezi püskürme ile oluşmuş çok sayıda volkan bulunmaktadır (Erinç, 2001). Aynı zamanda ülkede, maar olarak adlandırılan patlama çukurları (Hekla ile Vatnajökull arasında) (Erinç, 2001) ile krater/kalderalar da bulunmaktadır. Bu çalışmada değerlendirilen, Kerid krateri, İzlanda'nın güneyinde, Grimsnes bölgesinde yer almaktadır. Alanı oldukça küçük olan krater, küçük kalderalara da benzemektedir. Küçük kalderalarla kraterler arasındaki kesin sınırları belirlemek zordur. Bacadaki mağmanın alçalması sonucu büyüüp, genişleyen kraterler küçük bir kalderaya benzeyebilir (Erinç, 2001). Kerid de bu şekilde oluşmuş bir çukurluktur (Harita 3, Görsel 12). 6.500 yaşında olduğu ileri sürülen krater, İzlanda'daki en genç volkanizmanın ürünlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Kerid, hiking ve keşif yapmaya uygundur. Bu da onu İzlanda'daki en tanınan üç volkanik kraterden biri yapmıştır (Kerid, 2025). Kerid kraterinin fissür volkanizmasına bağlı olarak oluştuğu ileri sürülmüştür (Gudmundsson, 2017b).



Görsel 12.

Kerid Krateri, İzlanda'nın önemli jeomiras varlıklarından olup, Grimsnes bölgesinde yer almaktadır.

Güneydoğu krater duvarında temel kayaç görülebilir, bu kayaç Genç Bazalt Formasyonu üyesidir. Krater duvarının üst kısmı, 25 m kalınlığında lav ve cüruf yataklarından oluşmaktadır (Jakobsson, 1966). Kraterin kuzey-güney yönünde maksimum uzunluğu 202 m iken, doğu-batı yönünde maksimum genişliği 140 m'dir. Güneyden kuzeye gidildikçe kraterin genişliği azalmaktadır. Kerid kraterinde yükselti 51-113 m arasında değişmektedir. Ortalama yükselti değeri 75 m'dir. Krater tabanında yükselti 50 m iken, çevreleyen yamaçlarda 100 m'ye üzerine çıkmaktadır. Krater ve yamaçlarında eğim 0-55° arasında değişmektedir. Ortalama eğim değeri 22,51°'dir. Krater yamaçlarında eğim artışı çok hızlı olup, maksimum eğim krateri çevreleyen yamaçlarda ölçülmüştür. Krater tabanında eğim derecesi düşüktür. Kerid krateri içerisinde, yeraltı suyuyla doldurulmuş bir göl bulunmaktadır. Krater su tablasının altında olduğundan yeraltı suları ile beslenmektedir. Bu nedenle su seviyesinde fazla bir değişiklik meydana gelmemektedir (Gudmundsson, 2017b). Krater gölünün derinliği 7 ila 14 m arasında değişmektedir (Jakobsson, 1966; Norðdahl vd., 2008; akt. Evtimova vd., 2014). Bazı çalışmalarda bu gölün yaşının 5000-6000 yıl (Jakobsson, 1966), bazılarında ise 2000-3000 yıl arasında olduğu belirtilmektedir (Norðdahl vd., 2008; akt. Evtimova vd., 2014; Görsel 12). Krater çevresindeki toprağın sarı, kahverengi ve kırmızı renkte oluşu, çok az miktarda hematit veya limonitin varlığı ile ilgilidir (Monroe ve Wicander, 2007). Toprağın hematit içeriğinden dolayı krater çevresi kırmızı renkte olup, krater gölü yeşil rengi ile farklı bir görüntü sunmaktadır. Kırmızı renk, atmosferdeki oksijenin kayaçtaki demirle birleşip rengi kırmızıya çevirdiği oksidasyondan kaynaklanır (Gudmundsson, 2017b). Krater gölüne ulaşmak için ekosistemine uygun olacak şekilde düzenlemeler yapılmıştır. Girişlerin ücretli yapıldığı kraterde, düşme riski ziyaretçiler için en önemli tehlike nedenidir.

Tartışma

Atlantik Ortası Sırt Sistemi üzerinde yer alan İzlanda, sırt sistemini oluşturan deniz tabanı yayılması sonucu oluşmuş, literatüre göre dünyanın en büyük volkanik adasıdır (Lutgens vd., 2014). Levha tektoniği açısından ilginç bir konumda olan ada, jeolojik, jeomorfolojik, hidrografik ve kültürel jeomiras açısından zengindir. İzlanda'nın jeomiras varlıkları ile ilgili daha çok gezi rehberi şeklinde hazırlanan çalışmalar bulunmaktadır. Bazı çalışmalarda ise jeomiras varlıkları onları oluşturan şekillendirici etmenler açısından değerlendirilmiş, jeomiras potansiyelleri araştırmalara konu edinilmemiştir. Jakobsson (1966), Kerid kraterini jeolojik açıdan incelemiş, jeomiras potansiyelini değerlendirmemiştir. Pasvanoğlu vd. (2000) geysir jeotermal alanının jeofiziksel özelliklerini araştırmıştır. Evtimova vd. (2014), Kerid kraterini zooplankton açısından incelemiş, kraterin jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri değerlendirilmemiştir. Ólafsdóttir ve Dowling (2014), jeopark ve jeoturizmi kırsal kalkınma için bir

araç olarak İzlanda örneğinde incelemiş, çalışmada jeomiras varlıkları bazı örnekler üzerinden değerlendirilmiş ve jeopark olabilecek sahalar için önerilerde bulunulmuştur. Pasquaré Mariotto vd. (2020), insansız hava araçları ile yerbilimi-jeomiras ilişkisini bazı örneklerle İzlanda açısından incelemiş ve jeomiras varlıklarının üçboyutlu modellemesini yapmıştır. Bussard ve Reynard (2022), Güney İzlanda'da yer alan Laugahraun lavı, Laki krateri, Jökulsárlón proglasyal gölü ile Skaftafell buzulunu jeomiras değeri açısından değerlendirmiştir. Dört jeomiras varlığının 0,81 ile 0,94 arasında değişen bir jeolojik bilimsel değeri olduğu (mümkün olan en yüksek puan 1'dir) ileri sürülmüştür. Hazırlanan bu çalışmada ise İzlanda'nın jeomiras varlıkları coğrafi bakış açısı ile incelenmiş, jeomiras varlıklarının özellikleri, turizm potansiyelleri ve ziyaretçiler için olası riskler değerlendirilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Avrasya ve Kuzey Amerika Levhaları arasındaki sınır, bu sınırdan oluşan göl, aktif çok sayıda volkan, çok sayıda şelale Avrupa'nın en büyük buzulu, çok sayıda gayzer kaynağı ve krater ülkeyi jeoturizm açısından önemli bir destinasyon yapmıştır. Bu jeomiras varlıkları ile 2.5 milyona yakın turistin ziyaret ettiği ülkede, turizm yatırımları devam etmektedir. Aktif volkanizma ve yakın dönemde oluşan volkanik faaliyetlere bağlı oluşan şekiller, flüviyal süreçlere bağlı oluşan şekiller, şelaleler, kıyı şekilleri ve buzullar en önemli jeomiras kaynaklarıdır. Bu çalışmada adanın jeomiras potansiyelini oluşturan şelale, buzul, proglasyal göl, kanyon, sahil, gayzerler ve kraterler bazı örneklerle değerlendirilmiştir. Çok sayıda şelalenin bulunduğu İzlanda'da Gullfoss, Skogafoss, Seljalandsfoss, Svartifoss sıkça ziyaret edilen şelalelerin başında gelmektedir. Farklı oluşum özellikleri gösteren şelalelerden, Sivartifoss bazalt sütunları ile dünyanın en tanınan şelalelerinden, Gullfoss ise Avrupa'nın en iyi şelalelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Daimî kar sınırı seviyesi oldukça düşük olan ülkede Avrupa'nın en büyük buzulu olan Vatnajökull bulunmaktadır. Bu buzulun dil kısmını oluşturan Skaftafell ile Sólheimajökull ziyaret edilen güncel buzullara örnek oluşturmaktadır. Fjaðrárgljúfur kanyonu volkanikler üzerinde oluşmuş, şelaleleri ile de ilgi çeken jeomiras varlığıdır. Black Sand Beach (Siyah Kum Kumsalı) volkanizma ile şekillenmiş, bazalt sütunları ile ilgi çeken bir alandır. Siyah Kum Kumsalı, deniz sütunları ve falezlerle de ilgi odağı olup, Dyrhólaey gözlem noktasından Atlas Okyanusu izlenebilmektedir.

Aktif tektonik nedeniyle çok sayıda kırıklı yapının bulunduğu ülke sıcak su kaynakları açısından zengindir. Bu jeotermal alanlardan biri de geysir jeotermal alanıdır. Jeotermal alanda bulunan gayzerler, çökelme ürünleri ve aralıklı fışkırmalarıyla çok sayıda ziyaretçi çekmektedir. Ülke çok sayıda aktif volkana sahip olup, bu çalışmada değerlendirilen Kerid krateri, farklı görünümüyle ilgi çekmektedir. Birden fazla jeomiras varlığının bulunduğu alanlar milli park statüsünde koruma altına alınarak gelişigüzel ziyaretler önlenmiştir. Her geçen gün jeomiras varlıkları ile ilgili bilgilendirici yayınlar artış göstermektedir. Kanyon, şelale gibi alanlarda ziyaretçiler için düşme riski, kaya düşmesi ve su baskını riski oldukça yüksektir. Buzul sahalarında dramatik olarak geri çekilmeler mevcuttur. Buzul alanlarına girişte buzulların geri çekilmelerine yönelik görseller hem bu jeomiras varlıklarının önemini hem de küresel iklim değişikliğinin etkilerini anlamada oldukça önemlidir. Buzulların altında bulunan volkanik merkezlerden kaynaklanabilecek püskürmelere bağlı olarak su baskını riski yüksektir. Ayrıca bu sahalarda buzul yürüyüşleri sırasında buzul çatlaklarından kaynaklı riskler de bulunmaktadır. Black Sand Beach'te kaya düşmesi, kaya kaymaları, Geysir jeotermal alanında zehirli gaz çıkışları, sıcak ve asitli sular ve kaygan alanların bulunması tehlike nedenleri olarak değerlendirilmektedir. Jeomiras alanlarına olan ziyaretlerin bazen kısıtlanması, ekosistemlerinin bozulmasını önlemek amaçlıdır. Ülkeyi ziyaret edenlerin aktif volkanizma nedeniyle gerekli uyarıları takip etmeleri önem arz etmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The author have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The author declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Akbulut, G. (2014). Önerilen Levent Vadisi Jeoparkı'nda jeositler. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 38(1), 29-45.
- Akbulut Özpay, G. & Ünsal, Ö. (2018). Yukarı Kızılırmak Kültür ve Doğa Yolu I. etap (Sivas-Zara). *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 2173-2193.
- Akbulut Özpay, G. & Aktaş, A. (2025). Türkiye'de jeopark alanında hazırlanan lisansüstü tezlerinin bibliyometrik analizi. *The Journal of Social Sciences*, 74, 1-15. <https://doi.org/10.29228/SOBIDER.80402>
- Alfama, V., Henriques, M. H. & Barros, A. (2024). The challenging nature of volcanic heritage: The Fogo island (Cabo Verde, W Africa). *Geoheritage*, 16:34, 1- 18. <https://doi.org/10.1007/s12371-024-00939-9>
- Arctic Adventures (2025, 1 Ocak). <https://adventures.is/blog/why-is-the-sand-at-icelands-diamond-beach-black/#:~:text=The%20'diamonds'%20are%20iceberg%20chunks,their%20way%20to%20the%20shore>
- Arnórsson, S. (1995). Geothermal systems in Iceland: Structure and conceptual models—I. High-temperature areas. *Geothermics*, 24(5-6), 561–602. [https://doi.org/10.1016/0375-6505\(95\)00025-9](https://doi.org/10.1016/0375-6505(95)00025-9)
- Asrat, A. (2018). Potential geoheritage sites in Ethiopia: Challenges of their promotion and conservation. E. Reynard & J. Brilha (Eds.), In *Geoheritage, assessment, protection, and management* (pp. 339-353). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00019-8>
- Baldursson, S., Guðnason, J., Hannesdóttir, H. & Thórðarson, T. (2018). *Nomination of Vatnajökull National Park for inclusion in the World Heritage List*. Vatnajökull National Park, Reykjavík.
- Bamlett, M. & Potter, J. F. (1988). Icelandic geology: An explanatory excursion guide based on a 1986 field meeting. *Proceedings of the Geologists' Association*, 99(3), 221-248. [https://doi.org/10.1016/S0016-7878\(88\)80037-3](https://doi.org/10.1016/S0016-7878(88)80037-3)
- BBC (2024, 13 Şubat). <https://www.bbc.com/news/science-environment-55346329>
- Brilha, J. (2018). Geoheritage: Inventories and evaluation. E. Reynard & J. Brilha (Eds.), In *Geoheritage, assessment, protection, and management* (pp. 69-85). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00004-6>
- Britannica (2024a, 10 Mayıs). <https://www.britannica.com/place/Hekla>
- Britannica (2024b, 10 Mayıs). <https://www.britannica.com/science/waterfall-geology>
- Bruschi, V. M. & Coratza, P. (2018). Geoheritage and environmental impact assessment (EIA). E. Reynard & J. Brilha (Eds.), In *Geoheritage assessment, protection, and management* (pp. 251-264). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00014-9>
- Bussard, J. & Reynard, E. (2022). Heritage value and stakeholders' perception of four geomorphological landscapes in Southern Iceland. *Geoheritage*, 14:89, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00722-8>
- Bussard, J. & Reynard, E. (2023). Conservation of World Heritage glacial landscapes in a changing climate: The Swiss Alps Jungfrau-Aletsch case. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 11(4), 535-552. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2023.06.003>.
- Carrivick, J. L. & Tweed, F. S. (2013). Proglacial Lakes: character, behaviour and geological importance. *Quaternary Science Reviews*, 78, 34-52. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.07.028>
- Copernicus (2024, 13 Şubat). <https://www.copernicus.eu/en/media/image-day-gallery/skaftafellsjokull-glacier-iceland>
- Crofts, R. & Gordon, J. E. (2015). Geoconservation in protected areas. G. L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary & I. Pulsford (Eds.), In *Protected area governance and management* (pp. 531-568). ANU Press.
- de Carvalho, I.P., de Holanda Bastos, F. & Cordeiro, A. M. N. (2024). Geomorphological heritage and geotourism in a granite terrain of the Semi-Arid Northeast of Brazil: The case of the Uruburetama Massif. *Geoheritage*, 16:68, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s12371-024-00953-x>

- Eibl, E. P. S., Hainzl, S., Vesely, N. I. K., Walter, T.R., Jousset, P., Hersir, G.P. & Dahm, T. (2020). Eruption interval monitoring at Strokkur Geyser, Iceland. *Geophysical Research Letters*, 47(1), 1-10. <https://doi.org/10.1029/2019GL085266>
- Einarsson, M. (1984). Climate of Iceland-World survey of climatology, H. van LOON(Ed.), In *Climate of the oceans: 15* (pp. 673-697). Elsevier.
- Einarsson, P. & Hjartardóttir, Á. Ru. (2015). Structure and tectonic position of the Eyjafjallajökull volcano, S-Iceland. *Jökull*, 65, 1-16.
- Eiríksson, J. & Símonarson, L. A. (2021). A brief resumé of the geology of Iceland. J. Eiríksson & L.A. Símonarson (Eds.), In *Pacific-Atlantic mollusc migration* (pp. 1-11). Topics in Geobiology, 52. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59663-7_1
- Erfurt, P. (2021). *The geoheritage of hot springs*, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-60463-9>
- Erinç, S. (2000). *Jeomorfoloji I*. DER Yayınları.
- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II*. DER Yayınları.
- Evans, D. J. A., Ewertowski, M., Orton, C., Harris, C. & Guðmundsson, S. (2016). Snæfellsjökull volcano-centred ice cap landsystem, West Iceland. *Journal of Maps*, 12(5), 1128-1137. <https://doi.org/10.1080/17445647.2015.1135301>
- Evtimova, V., Pandourski, I. & Apostolov, A. (2014). First study on the zooplankton of the Kerid (Kerið) Crater Lake, Iceland. *ZooNotes*, 55, 1-3.
- Fairbridge, R. W. (1968). Crater. In *Geomorphology*. Encyclopedia of Earth Science. Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-31060-6_72
- Gioncada, A., Pitzalis, E., Cioni, R., Flugnati, P., Lezzerini, M., Mundula, F. & Funedda, A. (2019). The volcanic and mining geoheritage of San Pietro Island (Sulcis, Sardinia, Italy): The potential for geosite valorization. *Geoheritage*, 11, 1567–1581. <https://doi.org/10.1007/s12371-019-00418-6>
- Glacierandvolcano (2024, 13 Şubat). <https://www.glacierandvolcano.com/>
- Gordon, J. E., Crofts, R. & Díaz-Martínez, E. (2018). Geoheritage Conservation and environmental policies: Retrospect and prospect. E. Reynard & J. Brilha (Eds.), *Geoheritage, assessment, protection, and management* (pp. 213-235). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00012-5>.
- Gudmundsson, A. (2017a). Gullfoss. In *The Glorious geology of Iceland's golden circle*. (pp. 105-112). GeoGuide. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-55152-4>
- Gudmundsson, A. (2017b). *The glorious geology of Iceland's golden circle*. GeoGuide. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55152-4_8
- Gül, M. & Küçükuysal, C. (2023). Geotourism activities via marine excursion: Muğla, SW Türkiye. *Geoheritage*, 15(2): 64, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s12371-023-00830-z>
- Gümüş, E. (2019). UNESCO Jeoparkları ve jeomorfoloji. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 3, 17-27.
- Haldar, S. K. & Tišljär, J. (2014). Igneous Rocks. S.K. Haldar & J. Tišljär (Eds.), In *Introduction to mineralogy and petrology* (pp. 93-120). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408133-8.00004-3>.
- Hanagan, C., La Femina, P. C. & Rodgers, M. (2020). Changes in crater morphology associated with volcanic activity at Telica Volcano, Nicaragua. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, e2019GC008889, 21 (7), <https://doi.org/10.1029/2019GC008889>
- Hannesdóttir, H., Björnsson, H., Pálsson, F., Aðalgeirsdóttir, G. & Guðmundsson, Sv. (2015). Changes in the southeast Vatnajökull ice cap, Iceland, between 1890 and 2010. *The Cryosphere*, 9(2), 565–585. <https://doi.org/10.5194/tc-9-565-2015>
- Hart, C. J. R. & Villeneuve, M. (1999). Geochronology of Neogene alkaline volcanic rocks (Miles Canyon basalt), southern Yukon Territory, Canada: The relative effectiveness of laser $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and K-Ar geochronology. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 36(9), 1495-1507.

- Hatipoğlu, Ş. C. & Bahadır, M. (2020). Altınordu (Ordu) İlçesindeki Jeosit ve Jeomorfositlerin Turizm Potansiyellerinin "Preliminary Geosite Assessment Model (GAM)" ile Ölçümü. *Mavi Atlas*, 8(2), 548-564. <https://doi.org/10.18795/gumusmaviatlas.790874>
- Hauser, S. ve Schmitt, A. (2021). Glacier retreat in Iceland mapped from Space: Time series analysis of geodata from 1941 to 2018. *Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science*, 89, 273–291. <https://doi.org/10.1007/s41064-021-00139-y>
- Hofmann, M., Anderssohn, R., Bahr, H. A., Weiß, H. J. & Nellesen, J. (2015). Why Hexagonal Basalt Columns?. *Physical Review Letters*, 115, 154301, 1-5. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.115.154301>
- Huggett, R. J. (2015). Jeomorfolojinin Temelleri, (Prof. Dr. U. Doğan, Çev. Üçüncü Basımdan Çeviri), Nobel Akademik Yayıncılık.
- Hurwitz, S. & Shelly, D. R. (2017). Illuminating the voluminous subsurface structures of Old Faithful Geyser, Yellowstone National Park. *Geophysical Research Letters*, 44 (20), 10328–10331. <https://doi.org/10.1002/2017gl075833>
- Icelandic Tourist Board (2018). Foreign Visitor Arrivals by Air and Sea to Iceland 1949- 2017, Retrieved from: [https://www.ferdamalastofa.is/static/files/ferdama lastofa/Frettamyndir/2018/mai/foreign-visitors-to-iceland-1949-2017.xls](https://www.ferdamalastofa.is/static/files/ferdama%20lastofa/Frettamyndir/2018/mai/foreign-visitors-to-iceland-1949-2017.xls) (Accessed 9 October 2018).
- İzbirak, R. (1992). *Coğrafya terimleri sözlüğü*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları Öğretmen Kitapları Dizisi: 157.
- Jakobsson, S. P. (1966). The grimsnes lavas SW–Iceland. *Acta naturalia Islandica*, 2(6), 1-30.
- Jamorska, I., Sobiech, M., Karasiewicz, T. & Tylmann, K. (2020). Geoheritage of Postglacial Areas in Northern Poland-Prospects for Geotourism. *Geoheritage*, 12(12), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00431-0>
- Katlageopark (2024, 29 Şubat). <https://www.katlageopark.com/geosites/mainly-geology/fjadrargljufur/>
- Kazancı, N., Özgen Erdem, N. & Erturaç, M. K. (2017). Kültürel jeoloji ve jeolojik miras; yerbilimlerinin yeni açılımları. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 60(1), 1-16. <https://doi.org/10.25288/tjb.297797>
- Kazancı, N. & Ürün, Ş. (2019). Doğal taşlar, jeoparklar ve kent kimlikleri. *Mavi Gezegen*, 26, 40-47.
- Kerid (2025, 10 Ocak). <https://kerid.is/about-kerid-volcano/>
- Loupiote Photography (2024, 5 Aralık). <http://www.loupiote.com/photos/4202094424.shtml>
- Lutgens, F. K., Tarbuck, E. J. & Tasa, D. (2014). Genel jeoloji temel ilkeleri. Prof. Dr. C. Helvacı (Çev. Edt. 11. basımdan çeviri gözden geçirilmiş yeni basım). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Macadam, J. (2018). Geoheritage: Getting the message across. What message and to whom?. E. Reynard & J. Brilha (Eds.), In *Geoheritage assessment, protection, and management* (pp. 267-288). Elsevier <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00015-0>.
- Mackintosh, A. N., Dugmore, A. J. & Hubbard, A. L. (2002). Holocene climatic changes in Iceland: evidence from modelling glacier length fluctuations at Sólheimajökull. *Quaternary International*, 91(1), 39-52. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(01\)00101-X](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(01)00101-X).
- Mancini, S., Gambino, F. & Dino, G. A. (2024). Georesources in Cultural Heritage: the Mg/Ca Ratio in Lime as a Marker of Variations in the Exploitation of Lime Stones in the Vercelli Area (Piemonte, Italy) over the Centuries. *Geoheritage*, 16: 70, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s12371-024-00972-8>
- Mapcache service at Landmælingar Íslands. (2024). <https://gis.lmi.is/mapcache/isn93/wms?>
- Marin, J., Paskarana, A., Sandy, E.B.S. & Agustian, J. (2023). Assessing geotourism aspects of ungaran geothermal areas for promoting sustainable energy through volcano-geothermal tourist destination. [Konferans Sunumu], The Second International Seminar on Earth Sciences and Technology (ISEST-2023), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1245 (2023) 012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1245/1/012018>
- Martí-Molist, J., Dorado-García, O. & López-Saavedra, M. (2022). The volcanic geoheritage of El Teide National Park (Tenerife, Canary Islands, Spain). *Geoheritage*, 14: 65, 1-26. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00698-5>

- Matti, S. & Ögmundardóttir, H. (2021). Local knowledge of emerging hazards: Instability above an Icelandic glacier. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 58, 102187, ISSN 2212-4209, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102187>
- Migoń, P. (2018). Geoheritage and world heritage sites, E. Reynard & J. Brilha (Eds.) *Geoheritage Assessment, Protection, and Management* (pp. 237-249). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00013-7>.
- Mikhailenko, A. V., Ruban, D. A. & Ermolaev, V. A. (2020). The khadzhokh canyon system-an important geosite of the western caucasus. *Geosciences*, 10: 181, 1-17. <https://doi.org/10.3390/geosciences10050181>
- Monroe, J. S. & Wicander, R. (2007). Fiziksel jeoloji (yeryüzünün araştırılması). (Türkçe 1.Baskıya Hazırlayanlar: Kadir Dirik, Mehmet Şener), Thomson Brooks/Cole, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası.
- Munoz-Saez, C., Manga, M., Hurwitz, S., Rudolph, M. L., Namiki, A. & Wang, C. Y. (2015). Dynamics within geyser conduits, and sensitivity to environmental perturbations: Insights from a periodic geyser in the El Tatio geyser field Atacama Desert, Chile. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 292, 41–55. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2015.01.002>
- Muto, F., Biondino, D., Crisci, G. M. Marabini, S., Procopio, F., Scarciglia, F. & Vai, G. B. (2024). Pages of earth history in an exceptional uniqueness: The geo-heritage of the Sila National Park and its spheroidal boulders geosite (Northern Calabria, Italy). *Geoheritage* 16: 36, 1-28. <https://doi.org/10.1007/s12371-024-00937-x>
- Muzambiq, S., Walid, H., Ganie, T. H. ve Hermewan, H. (2021). The Importance of Public Education and Interpretation in the Conservation of Toba Caldera Geoheritage. *Geoheritage* 13, 3 <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00523-x>
- NASA (2024 a 20 Aralık). <https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>.
- NASA (2024 b, 20 Aralık). <https://www.earthdata.nasa.gov/topics/cryosphere/glaciers/glacier-power/what-is-glacial-calving#:~:text=Calving%20is%20when%20chunks%20of,Icebergs%20can%20be%20BIG.>
- Nationalgeographic (2024, 15 Haziran). (<https://education.nationalgeographic.org/resource/waterfall/>)
- Németh, K. (2023). Volcanic geoheritage in the light of volcano geology. J. Dóniz-Páez & N.M. Pérez (Eds.), *El Hierro Island global geopark. Geoheritage, geoparks and geotourism*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-07289-5_1
- Norðdahl, H., Ingólfsson, Ó. & Ívarsson, G. (2008). 33 IGC Excursion. Geology of Iceland. Reykjavík: 52 p
- Ólafsdóttir R. & Dowling, R. (2014). Geotourism and geoparks-a tool for geoconservation and rural development in vulnerable environments: A case study from Iceland. *Geoheritage*, 6, 71-87. <https://doi.org/10.1007/s12371-013-0095-3>
- Ólafsson, H., Furger, M. & Brümmer, B. (2007). The weather and climate of Iceland. *Meteorologische Zeitschrift*, 16(1), 5-8, <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2007/0185>
- Ortega-Becerril, J. A., Polo, I. & Belmonte, A. (2019). Waterfalls as geological value for geotourism: The Case of ordesa and monte perdido national park. *Geoheritage*, 11, 1199-1219. <https://doi.org/10.1007/s12371-019-00366-1>
- Öngür, T. (1976). Parçalı volkanik kayaların sınıflanması. *Yeryuvarı ve İnsan*, 1(1), Şubat 1976, 3,8.
- Özkul, M., Gül, A., Koralay, T., Özen, H., Semiz, B. & Duman, B. (2024). Denizli travertine: A global heritage stone resource nominee from western Türkiye. *Geoheritage*, 16 (67), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s12371-024-00970-w>
- Pasquaré Mariotto, F., Bonali, F. L. & Venturini, C. (2020). Iceland, an open-air museum for geoheritage and earth science communication purposes. *Resources*, 9(2), 14. <https://doi.org/10.3390/resources9020014>
- Pasvanoğlu, S., Kristmannsdóttir, H., Björnsson, S. & Torfason, H. (2000). Geochemical study of the geysir geothermal field in Haukadalur, S-Iceland [Konferans Sunumu], Proceedings World Geothermal Congress 2000 Kyushu-Tohoku, Japan, May 28 -June 10, 2000, 675-680.
- Pekcan, N. (1999). *Karst jeomorfolojisi* (2.Baskı), Filiz Kitabevi.
- Prestvik, T. (1980). Petrology of hybrid intermediate and silicic rocks from Öræfajökull, southeast Iceland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, 101 (4), 299–307. <https://doi.org/10.1080/11035898009450848>

- Prestvik, T. (1985). Petrology of Quaternary volcanic rocks from Öraefi, southeast Iceland. Rep. 21, Geological Institute, NTH. 81 pp.
- Prosser, C. D. (2013). Our rich and varied geoconservation portfolio: the foundation for the future. *Proc. Geol. Assoc.* 124(4), 568-580.
- Reynard, E. & Brilha, J. (2018). Geoheritage: A multidisciplinary and applied research topic. E. Reynard & J. Brilha (Eds.), *Geoheritage, Assessment, Protection, and Management* (pp. 3-9). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00030-7>
- Saemundsson, K. (1979). Outline of the geology of Iceland. *Jökull*, 29, 7-28.
- Sánchez-Cortez, J. L., Vélez-Macías, K., Macas-Espinosa, V. & Naranjo-Freire, C. (2023). Characterization of geoheritage and geotourism potential of the fluvial-glacial landscapes in the culebrillas lagoon (Ecuador). *Tourism and Hospitality*, 4, 419-434. <https://doi.org/10.3390/tourhosp4030026>
- Scott, S. W., Lévy, L., Covell, C., Franzson, H., Gibert, B., Valfells, Á., Newson, J., Frolova, J., Júlíusson, E. & Guðjónsdóttir, M. S. (2023). Valgarður: a database of the petrophysical, mineralogical, and chemical properties of Icelandic rocks. *Earth System Science Data*, 15, 1165–1195. <https://doi.org/10.5194/essd-15-1165-2023>.
- Selbekk, R. S. & Trønnnes, R. G. (2007). The 1362 AD Öraefajökull eruption, Iceland: Petrology and geochemistry of large-volume homogeneous rhyolite. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 160(1–2), 42-58. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2006.08.005>.
- Sever, R. & Kopar, İ. (2009). Maral Şelalesi (Borçka-Artvin), doğal ortam özellikleri ve ekonomik potansiyeli. *Türk Coğrafya Dergisi*, 52, 17-29.
- Sheibani, V.Y. & Zamanian, E. (2023). Geodiversity and geological treasure of tabas unesco global geopark for geotourism development, new UGGp from Iran. *Geoheritage*, 15: 106, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s12371-023-00873-2>
- Statistics of Iceland II (1960). *Population census 1703*. Reykjavík, 1960
- Štrba, L., Vráčková, A., Podoláková, M., Varcholová, L. & Kršák, B. (2023). Linking geoheritage or geosite assessment results with geotourism potential and development: A literature review. *Sustainability*, 15: 12: 9539. <https://doi.org/10.3390/su15129539>
- Şengün, M. T., Kılıçarslan, M. & Gökteş, Y. (2023). Karacadağ/Baruttepe (Diyarbakır) çevresinin jeomiras ve jeoturizm özellikleri. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 10, 133-148. <https://doi.org/10.46453/jader.1205812>
- Thorarinsson, S. (1961). Population changes in Iceland. *Geographical Review*, 51(4), 519–533. <https://doi.org/10.2307/213106>
- Thordarson, T. & Larsen, G. (2007). Volcanism in Iceland in historical time: Volcano types, eruption styles and eruptive history. *Journal of Geodynamics*, 43(1), 118–152. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2006.09.005>
- Turoğlu, H. (2011). *Buzullar ve buzul jeomorfolojisi*. Çantay Kitabevi.
- Turoğlu, H. (2025). A Discussion about the “geopark” terminology use based on Turkish researchers’ conceptual perceptions of their publications. *Geoheritage*, 17, 32. <https://doi.org/10.1007/s12371-025-01078-5>
- Ukey, M. S. & Pardeshi, R. G. (2023). Geoscientific and geoheritage value of waterfall calc tufa and speleothem deposits from semi-arid upland deccan traps, India. *Geoheritage*, 15, 60. <https://doi.org/10.1007/s12371-023-00828-7>
- USGS (2024, 5 Aralık). <https://eros.usgs.gov/earthshots/jokulsarlon-lagoon#:~:text=Proglacial%20lakes%20are%20water%20bodies,was%20about%2026%2C500%20years%20ago>
- Vatnajökull (2024, 5 Aralık). <http://www.vatnajokull.com/glacier>
- Vatnajökulsthjodgardur (2025, 1 Ocak). <https://www.vatnajokulsthjodgardur.is/en/melting-glaciers/loftlagsbreytingar-og-joklar>
- Visit South Iceland (2024, 17 Haziran). <https://www.south.is/en/place/seljalandsfoss-waterfall>
- Visitvatnajokull (2024, 13 Şubat). <https://visitvatnajokull.is/skaftafell/>

- Vogt, P. R. (1974). The Icelandic phenomenon: imprints of a hot spot on the ocean crust, and implications for flow below the plates. L. Kristjansson (Ed.), In *Geodynamics of Iceland and the North Atlantic area* (pp. 105-126). Dordrecht.
- Voytenko, D., Dixon, T. H., Luther, M. E., Lembke, C., Howat, I. M. & de la Peña, S. (2015). Observations of inertial currents in a lagoon in southeastern Iceland using terrestrial radar interferometry and automated iceberg tracking. *Computer & Geosciences*, 82, 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2015.05.012>
- Walter, T. R., Jousset, P., Allahbakhshi, M., Witt, T., Gudmundsson, M. T. & Hersir, G. P. (2020). Underwater and drone based photogrammetry reveals structural control at Geysir geothermal field in Iceland. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 391, 106282. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2018.01.010>
- Waterfallseasons (2024, 10 Eylül). [https://waterfallseasons.com/home-lists-waterfall-types.htm#:~:text=Plunging%20\(Curtain\)%20Waterfall%3A,the%20base%20of%20the%20falls.](https://waterfallseasons.com/home-lists-waterfall-types.htm#:~:text=Plunging%20(Curtain)%20Waterfall%3A,the%20base%20of%20the%20falls.)
- Wells, G. H., Sæmundsson, Þ., Pálsson, F., Aðalgeirsdóttir, G., Magnússon, E., Hermanns, R. L. & Guðmundsson, S. (2024). Proglacial lake evolution and outburst flood hazard at Fjallsjökull glacier, southeast Iceland. *EGUsphere* [preprint], 1-36. <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-2002>.
- Worldbank (2024, 10 Eylül). <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/iceland/climate-data-historical#:~:text=Relatively%20mild%20winters%20and%20cool,average%20annually%2C%20depending%20on%20location.>
- Worldometers (2024, 10 Eylül). <https://www.worldometers.info/world-population/iceland-population/>
- World Waterfall Database (WWD) (2024a, 14 Temmuz) <https://www.worldwaterfalldatabase.com/map>
- World Waterfall Database (WWD) (2024b, 14 Temmuz). <https://www.worldwaterfalldatabase.com/help>
- World Waterfall Database (WWD) (2024c, 14 Temmuz). <https://www.worldwaterfalldatabase.com/waterfall/Skogafoss-14730>
- World Waterfall Database (WWD) (2024d, 14 Temmuz). <https://www.worldwaterfalldatabase.com/waterfall/Svartifoss-14763>
- World Waterfall Database (WWD) (2024e, 14 Temmuz). <https://www.worldwaterfalldatabase.com/waterfall/Gullfoss-14455>
- Zorlu, K. & Dede, V. (2023). Assessment of glacial geoheritage by multi-criteria decision making (MCDM) methods in the Yalnızçam Mountains, Northeastern Türkiye. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 11(1), 100-117. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2023.01.001>